

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-293793

(43)Date of publication of application : 04.12.1990

(51)Int.Cl. G09G 5/00
G09G 1/16
H04N 7/01

(21)Application number : 02-113270

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 28.04.1990

(72)Inventor : DEIBITSUDO ANDORIYUU
DOUGARU
JIEEMUZU HEDOREE
UIRUKINSON
GABIN AREKISANDAA
UOOKAA

(30)Priority

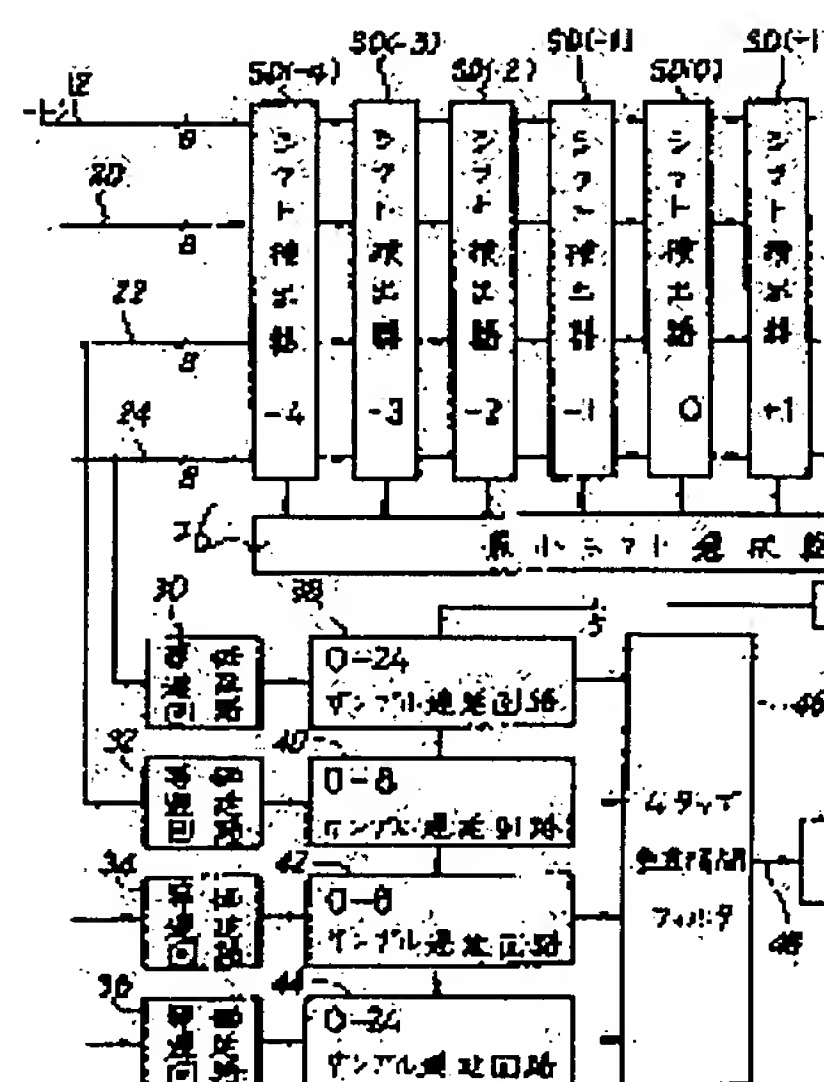
Priority number : 89 8910207 Priority date : 04.05.1989 Priority country : GB

(54) VIDEO SIGNAL INTERPOLATING METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To suppress the degradation in resolution by determining the gradient vector to maximize the matching between two pieces of the prescribed blocks of a horizontally interpolated video signal and executing the space interpolation with the pixels corresponding to this vector.

CONSTITUTION: The respective pixels subjected to the horizontal interpolation of video blocks, such as scanning line number $N=2$, sample number, sample number $M=8$, etc., are supplied via shift detectors SD (-4), SD(-3)... SD(+1)... A min. shift selector 26 determines the gradient vector passing the interpolation points of the scanning lines to be interpolated to maximize the matching of the two blocks from the comparison of the luminance of the pixels. The pixels corresponding to the determined gradient vectors from sample delay circuits 38 to 44 controlled by the selector



26 are interpolated via a 4-tap vertical interpolation filter 48 and become the pixels on the interpolation scanning lines. There is no need for sequentially converting the video signal to scanning fields and the generation of errors is suppressed by this system. The space interpolation which obviates the degradation in the resolution is executed in the case of having a movement in the images.

⑫ 公開特許公報(A)

平2-293793

⑥Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑬公開 平成2年(1990)12月4日

G 09 G 5/00
1/16
H 04 N 7/01Z 8121-5C
A 8121-5C
G 7734-5C

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全18頁)

⑭発明の名称 ビデオ信号補間方法

⑮特 願 平2-113270

⑯出 願 平2(1990)4月28日

優先権主張 ⑰1989年5月4日⑱イギリス(GB)⑲8910207.3

⑳発 明 者 デイビッド・アンドリ
ユー・ドウガル イギリス連合王国 アールジー11・5 ビージー パーク
シャー ウォーキンガム ベアウッド・カレッジ ジェリ
コ・ハウス㉑発 明 者 ジェームズ・ヘドレ
ー・ウィルキンソン イギリス連合王国 ハンプシャー ペーシングストーク
タッドレー ヒースランズ ハンブル・ドライブ 17㉒発 明 者 ガビン・アレキサンダ
ー・ウォーカー イギリス連合王国 アールジー24・オーアールエル ハン
プシャー ペーシングストーク キネハム 26・モンジャ
ース・ピース

㉓出 願 人 ソニー株式会社 東京都品川区北品川6丁目7番35号

㉔代 理 人 弁理士 松隈 秀盛

明 細 書

発明の名称 ビデオ信号補間方法

特許請求の範囲

デジタルビデオ信号の走査線間に空間補間を行
い、補間走査線を生成するビデオ信号補間方法に
おいて、

元の走査線信号におけるサンプルと、該サンプ
ルのとなりあう各対の間に少なくとも1個補間さ
れたサンプルとを具えるスーパーサンプル信号を、
上記ビデオ信号のサンプル間に水平補間し、

Nを走査線の本数、Mをサンプルの数としてN
×Mを寸法とするブロックを2個設定し、該2個
のブロックを補間されるべき走査線を中心として
垂直に相互に反対方向にオフセットを行い、補間
を行いたい所定のサンプル位置を中心に水平に相
互に反対方向に、ゼロを中心に各方向に少なくと
もサンプル1個分行うオフセットとゼロオフセッ
トとを含む複数の異なるオフセットを行い、上記
スーパーサンプル信号の各サンプルに対して、各
水平オフセットのマッチングの範囲の値を決定し、

上記異なる水平オフセットのおのののに対応す
る複数の勾配ベクトルから、補間されるべき走査
線の各サンプルに対して、上記2個のブロック間
のマッチングの範囲の最大値を生成する水平オフ
セットに対応した勾配ベクトルを選択し、

発生させるサンプルに対応した上記所定のサンプ
ル位置に対して選択された上記勾配ベクトルに
従って、上記発生させる各サンプルに関して空間
補間の方向を制御して、上記ビデオ信号の異なっ
た走査線間に補間走査線の上記サンプルを発生さ
せることによって補間を行うビデオ信号補間方法。

発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、デジタルビデオ信号の走査線間を補
間するための方法に関する。

〔従来の技術〕

インターレース走査方式のビデオ信号をプログ
レッシブ走査方式(順次走査方式とも呼ばれる)

に変換する必要が生じることがある。これは、ビデオ信号の1つのフレームが奇数番目の走査線と偶数番目の走査線とからなるインターレース方式で走査されるフィールドを、奇数番目の走査線も偶数番目の走査線も一括して順次走査されるフィールドに変換することも含んでいる。そのような要求がおこる例としては、画像をスローモーションで表示しなければならないときとか、ビデオ表示モニタの性能を向上させねばならないときがある。

既に提案されている方法のひとつは、1つの入力されたフィールドから垂直方向に（空間的に）補間を行い（フィルタをかけ）、補間された（順次走査される）フィールドを生成する単純な技術を採用している。既に提案されているもうひとつの方法は、運動している画像の部分に対しては垂直フィルタ（補間器）を用い、運動のない画像の部分に対しては時間的（temporal）フィルタ（補間器）（これは入力フィールド間を補間する）を用いるような動きに適合させる技術を含んでいる。

3

少なくとも1個の補間サンプルとを具えたスーパーサンプル信号を生成する水平補間の操作を含んでいる。次に、このスーパーサンプル信号の各サンプルに対して、（ N を走査線の本数、 M をサンプルの数として） $N \times M$ を寸法とするスーパーサンプル信号のサンプルによるブロックを2個設定し、このブロック間でのマッチングの範囲を決定する。この2つのブロックは、補間されるべき走査線を中心として垂直に相互に反対方向にオフセットされる。また、補間を行いたい所定のサンプル位置を中心に水平に相互に反対方向にもオフセットされる。上述の決定のためのステップは、ゼロを中心に各方向に少なくともサンプル1個分行うオフセットとゼロオフセットとを含む複数の異なるオフセットも行い、スーパーサンプル信号の各サンプルに対して、各水平オフセットのマッチングの範囲の値を決定する。異なる水平オフセットのおのおのに対応する複数の勾配ベクトルから、補間されるべき走査線の各サンプルに対して、2個のブロック間のマッチングの範囲の最大値を生

5

この動きに適合させる技術は、順次走査方式によるフィールドによって表現されている画像が垂直方向に十分な解像度を有する点において、動きのない部分では、単なる垂直補間技術よりも優っている。しかしながら、動きのある部分では垂直方向の解像度が目に見えて低下する。

〔発明が解決しようとする課題〕

本発明の課題は、従来の単純な垂直方向の空間補間等の技術が陥りがちであった補間走査線における誤差及び解像度の低下、特に画像の動きのある部分における解像度の低下が抑えられるビデオ信号補間方法を提供することにある。

〔課題を解決するための手段及び作用〕

本発明はデジタルビデオ信号の走査線間において空間補間を行うことによって補間走査線を生成する方法を提供する。この方法は、ビデオ信号のサンプル間の水平補間を行い、元のサンプルと、この元のサンプルのとなりあう対間に挿入された

4

成する水平オフセットに対応した勾配ベクトルを選択する。そして、発生させるサンプルに対応した上述のサンプル位置に対して選択された勾配ベクトルに従って、発生させる各サンプルに関して空間補間の方向を制御して、ビデオ信号の異なる走査線間に補間走査線のサンプルを発生させることによって補間を行う。

以下に一層詳しく説明するように、選択された勾配ベクトルに従って、空間補間器の補間の方向を「舵取」することは、補間前の画像の縁を位置あわせすることを通じて効果的に解像度を向上させることになる。このため特に画像の動きのあるところでの垂直方向の解像度の低下は、（舵取のできる空間的な補間よりも）垂直な補間が用いられている場合と比較して抑制することができる。

本発明のその他の目的、特徴及び利点は、以下の図面を用いての実施例の詳細な説明によって明らかになる。これらの図面において共通する要素には共通な参照番号を付した。

6

〔実施例〕

インターレース方式で走査されるデジタルビデオ信号のフィールドの走査線を空間的に補間し、元の走査線と組み合わせることによってデジタルビデオ信号の順次走査される補間された走査線（これは、例えばスローモーション処理装置に用いられてもよい）を生成するための、本発明を使用した好適な方法を説明する。

まず、空間補間の概要を説明する。第2図はデジタルビデオ信号の1フレーム中の並んで配置された3本の走査線の部分を示している。1つのフィールド（フィールド（0））中の連続する2本の走査線のなかでは、ピクセルを矩形で表し、フィールド（0）の中のこの2本の走査線の間にある極性が反対のフィールド（フィールド（1））の走査線の中のピクセルは、丸で示してある。黒と白のピクセルは、それぞれ黒と白のサンプル値（ゼロと最大値の輝度）を示している。これらのピクセルは左上から右下へ対角線状に延びる黒い画像の縁または物体を表している。

7

向のことを以後勾配ベクトルと呼ぶ。そして各補間された走査線の各ピクセルに対して最適の勾配ベクトルを生成し、空間補間のための最適の方向あるいは角度を決定するための方法を以下に説明する。

第5図は1つのフィールドにおける2つの順番に配置された走査線を示している。この走査線の間にはピクセルの連なりからなる、すなわちサンプルの連なりからなる補間走査線を生成させる。フィールドとは、順番になっているフィールドの連なったピクセルを表す連なったサンプル（デジタルワードの形式による）によって構成されるデジタルビデオ信号の一部であることを思い起こしていただきたい。第5図では補間走査線は破線によって示してある。当然のことながら、補間走査線のピクセルの位置はフィールドの走査線のピクセルと垂直位置が揃っているものでなければならない。この発明で用いている方法では、補間されるべき各ピクセルに対して勾配ベクトルはいくつかの異なった方向に沿って測定され、そのベクトルの各

9

第3図は、第2図と同様フィールド（0）の走査線を示している。これらの走査線の間には、フィールド（0）の2本の走査線の垂直にとなりあうピクセルの間で（平均をとることによって）補間を行い（垂直補間）、これによって得られたピクセルからなる走査線が示されている。これが垂直補間によって得られた走査線である（第3図の矢印が示す方向）。垂直補間は、振幅が半分の斜線を付した（灰色の）6つの補間ピクセルを生み出している。第2図と第3図との比較によって明らかのように、第3図では不正確な結果となっている。すなわち補間された走査線の図示の輝度値は、第2図におけるフィールド（1）の走査線（正しい補間が行われたとして）と対応していない。これが垂直の誤差（aliasing）となっている。

第4図は、正しい結果を示しているが、これはフィールド（0）における垂直方向の空間補間を行う代わりに、画像の縁と少なくとも近似的に追隨した方向である第4図中の矢印の方向に空間補間することによって得られたものである。この方

8

々は補間されるべきピクセルの位置を通過する。ピクセルの輝度値において最も絶対値の相違が小さい勾配ベクトル（最小値勾配ベクトル）の1つを、問題のピクセルの補間に際して採用するに適したものとして選択する。例えば、もし第5図のXで示す補間ピクセル位置のための最小値ベクトルを確定させたい場合は、第5図の各矢印で示す5つの勾配ベクトルを測定する。1つの勾配ベクトルは垂直であり、他の4つのベクトルは、垂直なベクトルに関して反対方向のものと2つで対をなしている。明らかに勾配ベクトルは5つ以上でも以下でも測定可能である。実際この発明を実施した方法では、「スーパーサンプリング」（以下に説明する）を用いており、9つの勾配ベクトルを測定する。

本発明の方法は、ピクセルのブロックまたはウィンドー（配列）のマッチングを用いた技術を採用している。この方法は、各補間されるべきピクセルの位置に関連した勾配ベクトルを測定する考えに基づいている。この方法は、「本物の」（元

10

の) ピクセルの値にとって適切となるような補間ピクセルがあるべき位置を決定する他の代替技術(これは曖昧さの原因となる)とは異なっている。言い替えると、ピクセルがどこへ行くかではなく、ピクセルがどこから来たかを決定しようとする考え方を含んでいる。一層詳しくいうと、 $N \times M$ 個のサンプル(N は走査線の数、 M はサンプルの数)からなる2つのブロックの間で、各サンプルごとにマッチングの程度を決定することを含む技術である。2つのブロックは補間されるべき走査線に関して垂直に相互に反対方向にずれている。同様に、この2つのブロックは、補間されるべき走査線の所定のサンプル位置に関して水平にも相互に反対方向にずれている。マッチングの度合を決定するための上述の手順は、異なった複数の水平のオフセット(ずれ)(異なった複数の勾配ベクトルに対応する)に対して行われ、各水平オフセットに対してマッチングの度合の値(以後整合(マッチ)値と呼ぶ)を生成する。この最大整合値は、最小勾配ベクトルをもたらし、この勾配ベクトル

1 1

よりなるブロックと、ピクセル $B_0 \sim B_2$ よりなるブロックとの比較が終わるまでこの動作を続行する。(実際のところ、異なるブロックのマッチング動作は上述したように順次行う必要はない。実際、時間の関係で複数のブロックマッチング動作を同時に行うことが一般には好まれている。)このブロックマッチング動作のうちの1つによって、最大整合値(すなわち最小勾配ベクトル)が選択される。

比較された異なるブロックの対の間での異なる水平オフセットは、シフトの単位で測定することが可能であり、ここでシフトとは、ブロックが相互に垂直に並ぶ状態(シフト=0)である中央の位置からの各ブロック(対向しているブロック)の水平方向のずれ(ピクセルの間隔を単位とする)として定義される。第6図に示すような場合、ずれは+5(すなわち、第6図に示すピクセルによって限定されると考えられる検索領域の一方の端部にブロックが位置している場合に相当する。)から-5(すなわち、この検索領域の他方の端部

1 3

を問題のピクセルの補間のために選択する。

上述したことを第6図を参照して一層詳しく説明する。位置 X において補間されるべきピクセルに対する最小勾配ベクトルの推測にあたって、 $N=1$ 、 $M=3$ のブロックを採用する。まずピクセル $A_0 \sim A_2$ よりなるブロックをピクセル $B_{10} \sim B_{12}$ よりなるブロックと比較する。一層詳しくいうと、ピクセルの輝度の差異の絶対値 $|A_0 - B_{10}|$ 、 $|A_1 - B_{11}|$ 、 $|A_2 - B_{12}|$ を計算し次に平均化する。見てわかるとおり、ピクセル A_0 から A_2 までは黒であり、ピクセル B_{10} から B_{12} までは白であるので、絶対値の差異が大きな信号すなわち勾配の大きな勾配ベクトルは、ピクセル A_1 と B_{11} とを結ぶ(しかも補間されるべきピクセル位置 X を通過する)線となる。次にピクセル $A_1 \sim A_3$ よりなるブロックをピクセル $B_9 \sim B_{11}$ よりなるブロックと比較する。次にピクセル $A_2 \sim A_4$ よりなるブロックをピクセル $B_8 \sim B_{10}$ よりなるブロックと比較する。このようにして、ピクセル $A_{10} \sim A_{12}$

1 2

にブロックが位置している場合に相当する。)まで変化することが見てとれよう。第6図に枠で囲んで示したブロックの場合は、シフト量は+3である。(下側のブロックが左にシフト(上側のブロックが右にシフト)することを正方向のシフトとし、逆方向のシフトを負のシフトとする(任意の)取り決めをしておく。)

ブロックマッチングのアルゴリズムを選択するにあたって、まず考慮しなければならないことは使用するブロックの寸法である。すなわち、もし小さいウィンドーを用いると、1以上のシフト値でもブロックが整合(一致)する可能性があり、正しい最小勾配値ベクトルを選択できるかどうかの不確かさ(すなわち、間違った勾配ベクトルを選択する可能性)が存在する。第6図からただちに明らかなように、2本のフィールド走査線上の垂直に並んだすべてのサンプルの輝度値はみな等しく、このためピクセル位置 X における正しい最小勾配ベクトルは垂直な勾配ベクトル(シフト=0)、すなわちピクセル A_6 と B_6 とを通過する

1 4

ベクトルとなる。ピクセル A 5 から A 7 までからなるブロックは、ピクセル B 5 から B 7 までからなるブロックと完全に一致し、それゆえ、これらのブロックは 100% の整合値（平均絶対値の差異がゼロ）従って（正確に）ゼロ勾配値のベクトルを作り出す。これによって位置 X においては、（正しく）白のピクセルを発生させることになる。しかしながら、同様のことがピクセル A 8 ~ A 10 よりなるブロックとピクセル B 2 ~ B 4 よりなるブロック（枠で囲ってある）との間にも（誤って）成り立っており、ピクセル A 9 と B 3 とを結ぶ図示の線の勾配ベクトルとなる。これは、位置 X において黒のピクセルを発生させるという（完全に間違った）結果を導く。

このような問題は、第 7 図に示すような例えば $N=1$ 、 $M=7$ の寸法となった大きなブロックを使用すれば回避することができる。この場合は、第 6 図の枠で囲ったブロックのように、同様なシフト量（+3）となっている（大きな）ブロック（枠で囲ってある）も、よく一致しない。この場

1 5

合、中心のピクセルとなっている A 6 と B 6 とにおいてしかブロックの間で一致しないので、最小勾配ベクトルについての不明確性は存在しない。

従って、可能なかぎり大きなウィンドーを採用する方法が最良のやり方であるように考えられる。しかしながら発明者はこれが最良の方法であるとは考えていない。この点に関しては、大きなウィンドーを採用するとその領域の細かい点、つまりピクセルのわずかなシフトが見のがされてしまう、と考えている。ゆえに、ウィンドーの寸法に関しては中間を取るべきである。とはいえ、（小さい）ブロックを採用することによってマッチングを誤るという極端な場合と（大きな）ブロックを採用することによって細部を見失う極端な場合との間の中間として、ある寸法のブロックを採用するよりも、発明者は寸法が異なる複数のブロックを採用し、上述の妥協策が陥る誤りを回避する技術を提案する。特に整合値を決定するにあたっては、少なくともいくつかの水平オフセット（シフト）に対して、それぞれ異なった寸法の複数のブロッ

1 6

クに関してこの決定手順を実行する。そして生成した各水平オフセット値における複数の整合値を結合し、各水平オフセット値の単一整合値を形成し、異なった水平オフセット値に対する整合値に従った最小勾配ベクトルの選択のステップに至る。

上述の方法に忠実に沿ってブロックマッチングを実行した場合に発生すると考えられる問題について説明する。第 5 図を注意深く研究すると解るように、1 つのフィールドの走査線から他の走査線に向かってピクセル A からピクセル B までピクセル 1 つ分シフトした場合、すなわちこの場合勾配が最小となるが（ピクセル X を通過しない）、これは検出されない。このときの勾配ベクトルは位置 X を通過しないために、この勾配に関してはなんら検証が行われない。例として第 8 図に示すような画像の縁があったとする。ここではデジタルビデオ信号のフレームの 3 本の順番に並んだ走査線が示されており、矩形のピクセルで示されたものは 2 つの順番に並んだ 1 つの極性のフィールド走査線（たとえばフィールド（0）の走査線）

を表し、円のピクセルで表されたものは反対の極性のフィールドの走査線を表し、これが上述の 2 本のフィールド走査線の間には挿入されている。この問題の解決を可能にするために、デジタルビデオ信号を水平に「スーパーサンプル」する。すなわち、水平にとなりあう対となったサンプル間で（単純な水平フィルタを用いて）補間を行い、このような対の間で半分のピクセル間隔の補間ピクセルを作成する。この補間ピクセルは元のデータ（サンプルの連なり）に加えられ、サンプル（データ）レートが元の信号の 2 倍になったスーパーサンプル信号を作成する。そこで、ブロックのマッチング比較を（元の信号のサンプル間のみではなく）スーパーサンプル信号のサンプル間において実行する。

第 9 図は、2 本のフィールド走査線内に水平に補間されたサンプルを付け加えた第 5 図の変形例を示している。この挿入されたサンプルはひし形によって示されている。検証が行われる方向（勾配ベクトル）は、第 5 図に示す 5 方向に加えて、

1 7

1 8

ピクセル位置 X 及び補間されたピクセルの対を通過する 4 つのベクトルがある。C 及び D に示す付加されたピクセルを通過する付加されたこれら 4 つの勾配ベクトルのうちの 1 つが最良のマッチングを示す。スーパーサンプリングを行わない方法と比較すると、スーパーサンプリングを行う方法では、1 つのフィールド走査線から次のフィールド走査線に向かってピクセル 1 つ分のシフトしか発生しなかった場合でも検出することができる。このようにして水平方向に -4 から +4 までのシフトに対応する 9 つの勾配ベクトルの検証が実行される。

第 10 図は、第 9 図のスーパーサンプリング信号を空間的に補間し、しかるのちに「サブサンプリング」し、元のデジタルビデオ信号のサンプルの水平位置に対応するところのサンプルだけを残してその他の水平に補間されたサンプルを除去することによって元のデータレートに変換して得られた補間フレーム出力（順次走査のフィールド）を表している。

上述の例では、マッチングされるブロックの垂

直方向の寸法は各場合においてただ 1 本の走査線分であり、従って $N = 1$ であり、ブロックは走査線の補間によって（走査線 1 本分だけ）相互に垂直にオフセットしたことになる。しかしながら、 N の値は、補間される走査線に関して反対方向に相互にオフセットされるのでありさえすれば、1 を越えることが可能である。実際、本発明を用いた好適な方法では、 $N = 3$ のブロック（垂直方向に走査線 3 本分の寸法となっているブロック）を採用することが好ましい。

本発明を具体化した好適な方法を要約する。

まず、入力データ（デジタルビデオ信号）を上述のごとく水平にスーパーサンプリングし、水平方向のデータレートを 2 倍にし、ハーフピクセルのオフセットでの計算が可能になるようにする。

各サンプルに関してスーパーサンプリング信号を上述のブロックマッチング操作にかける。特に -4 から +4 までの 9 つのシフトのうちのいくつかについて、寸法の異なった複数のウィンドーに関してブロックマッチングを行う。特にウィンドーの

19

寸法が $N \times M = 3 \times 9, 3 \times 7, 3 \times 5, 3 \times 3$ の場合について行う。2 つのブロックの関連するサンプル間の絶対値の差異を、各ブロック寸法各シフトごとに計算する。各シフト各ブロック寸法ごとに計算された差異値の平均を、ウィンドー寸法に関して標準化し、各シフトに関して標準化された絶対値差異（NAD）を生成する。各シフトに関する NAD を平均化し、各シフトに関する平均 NAD を生成する。

各ウィンドー寸法に適用されうるシフト量の範囲は次の規則に従う。

$$-M/2 \leq (\text{シフト量}) \leq +M/2$$

最小の平均 NAD（これが最適のブロック整合値となる）を作り出すシフト量に関する勾配ベクトルを、いまある補間サンプル位置にて使用する適当な勾配ベクトルとして選択し、選択された勾配ベクトルによって「方向付」された空間補間器（フィルタ）によって補間サンプルが空間補間される。これは、選択された勾配ベクトルに対応した方向での空間フィルタリング作用をするよう

20

に構成されている。

場合によっては、選択された勾配ベクトルは誤ったものであり、この誤差が画面上に見えることが理解されるであろう。この単独の勾配ベクトルの誤りを抑えるために、上述の選択操作によって作り出された勾配ベクトルの連なりを、例えば 2 次元の有限インパルス応答（2D FIR）フィルタのようなローパス・フィルタに通してもよい。これによって空間補間器に向かって通過した各勾配ベクトルは、勾配ベクトルの空間配列の合計を重み付けられ、どんな見せかけの誤差も抑制され、減少し、あるいは消滅する。

上述のようにローパス・フィルタによって勾配ベクトルを選択する処理の後であっても、空間補間は誤って補間された出力サンプルをときどき作り出すことがあり、画像上では点の欠損として現れる。このようなことが起こる可能性を抑制し、あるいは消滅させるためには、各補間サンプルを検証し、水平的になりあう補間サンプル値と比較することによって合理的に予測される値である

21

22

かどうか調べる。これは同じ補間走査線中の外側へ出て行くサンプルである。これは第11図でこれから説明するようにしてもよい。

水平な線内で囲んでいるいるサンプルのなかに実際に「挿入される」補間サンプルXの値を予測する操作は、 $X-2$ と $X-1$ の位置の先行する2つのサンプル値の差を用い、ピクセルXのための予測値 X' を線形補間によって計算する。また同様に後続する2つの位置 $X+1$ と $X+2$ におけるサンプル値から予測値 X'' を計算する。この計算（予測）値 X' と X'' の平均値をサンプルXにおける期待（予測）値とする。もしサンプルXの実際の値が予測値によって決定される範囲R（この範囲Rは第11図に示すように、値 X' と値 X'' によって区切られる範囲であるが、これよりも大きくてもよい）の中に落ちなければ、その実際の値を採用しない。この実際の値は、デジタルビデオ信号の適当に配置されているサンプル間の垂直フィルタリング（補間）によって発生したサンプルによって代替するかもしれないと混合する。

2 3

上述のごとくスーパーサンプルし、サンプルレートまたはデータレートが2倍となった信号をバス(12)に出力する。3本の走査線遅延回路(14)、(16)及び(18)を図示のごとくバス(12)に対して並列に接続する。このようにすることによって、フィールド内で続けて走っている4本の走査線に対応するスーパーサンプルされた信号はいつでもバス(12)、及び(20)、(22)、(24)（それぞれ走査線遅延回路(14)、(16)、(18)の出力に接続されている）上にそれぞれ発生することになる。

バス(12)、(20)、(22)、(24)は9つのシフト検出器（ブロックマッチング回路） $SD(-4) \sim SD(+4)$ のそれぞれの入力に接続する。簡単に図示するために、第1図ではシフト検出器 $SD(-4) \sim SD(+4)$ はあたかもカスケード接続されているかのように描いてあるが、それぞれの4つの入力バス(12)、(20)、(22)、(24)と直接接続されている。このためシフト検出器はみな並列に動作す

2 5

上述の方法は順次走査方式のフィールド全体の空間補間に利用できる。しかしながら（上述の）時間的フィルタリングは、静止画像領域では一般に満足のいく結果が得られることがわかっている。時間的フィルタリングの方法と上述の方法とを組み合わせることも可能である。このとき、デジタルビデオ信号によって表される画像の局部的な動きの度合は、（既知の）運動検出手段によって検出し、時間フィルタが提供される。もし動きの度合が所定の値を下回れば、上述のごとく発生した補間サンプルは、時間的フィルタによって生成したサンプルによって代替される（かまたはこれと混合される）。

本発明を実施した上述の好適な方法を行うための装置を以下に説明する。この装置は第1図にブロック図の形式で示してある。8ビットの輝度データ（サンプル）の形式をとるインターレース方式のデジタルビデオ信号をバス(10)を介してスーパーサンブラ(11)に入力する。ここで（上述の）スーパーサンプル信号を生成するために

2 4

る。

以下に一層詳しく説明するように、シフト検出器 $SD(-4) \sim SD(+4)$ は、シフト（水平オフセット） $-4 \sim +4$ までの各1つ1つについてブロックマッチング操作を行う。特にその関係するシフトでは、シフト検出器 $SD(-4) \sim SD(+4)$ のおのおのはブロック寸法が $N \times M = 3 \times 9$ 、 3×7 、 3×5 、 3×3 の少なくとも1つに対してブロックマッチング操作を行い、各ブロック寸法における2つのブロックの関連するサンプル間での絶対値差を計算し、各ブロックでの絶対値差を標準化して、標準化された絶対値差（ NAD ）を生成し、そして関連のシフトのための平均 NAD を生成するべくこれら NAD を平均化する。

9つのシフト検出器 $SD(-4) \sim SD(+4)$ それぞれからの平均 NAD を、最小シフト選択器(26)に供給し、ここで上述したように最小の平均 NAD を有するシフトに関連したそれぞれ9つのシフトに関連した9つの勾配ベクトルのうち

2 6

から1つを選択する。

選択された勾配ベクトルは、ベクトルフィルタ(28)(ローパス・フィルタ)に出力され、ここで上述のように選択された勾配ベクトルの連なりに生じる疑似的誤差を抑制する。

バス(12)、(20)、(22)及び(24)はそれぞれの等価遅延回路(30)、(32)、(34)及び(36)(これらは入力と出力との正しい時間関係を保存する)を介してそれぞれの変換サンプル遅延回路(38)、(40)、(42)及び(44)に接続される。回路(38)及び(44)は0~24のサンプルに対して遅延を作り出すことができ、回路(40)と(42)は0から8までのサンプルに対して遅延を作り出すことができる。変換サンプル遅延回路(38)、(40)、(42)及び(44)の出力は、4タップ垂直補間フィルタ(46)の入力にそれぞれ接続する。これはこの技術分野で既に知られている方法により、それぞれの重み付け係数を伴って4つの入力の積を生成する4つのかけ算器と、か

け算器の出力の総和をとり出力サンプルを生成する手段とを具える。

当業者にとっては明かなことであろうが、垂直補間フィルタ(46)は走査線遅延回路(14)、(16)及び(18)及び可変サンプル遅延回路と関連して、可変方向(勾配)空間補間フィルタとして作用している。このフィルタは、バス(12)、(20)、(22)及び(24)のデジタルビデオ信号の4本のスーパーサンプル走査線のサンプル間に空間補間をし、バス(20)、(22)上のサンプルによって表される走査線の間中に配置されるべき補間走査線のサンプルを生成する。さらに、垂直サンプル遅延回路(38)、(40)、(42)及び(44)の中から選択されたサンプル遅延の数に対して選択された値によって、各サンプルに対して空間補間の方向(勾配)が決定され、9つの異なった勾配(シフト-4~+4までに対応する)が選択されうる。

このことは第12図を詳しく調べることによっていっそう深く理解される。この図では、バス

27

(12)及び(24)にある走査線信号のピクセルの位置(ただし、この場合値は示していない)を示す上部と下部の走査線をそれぞれ25個のドット(点)によって表している。またこの上部と下部の走査線の間には9つのドットによって、バス(20)と(22)の走査線信号のピクセルを表している。このドット線は補間走査線を表し、Xは補間されるべきサンプルの位置を表している。9つの可能な勾配ベクトルの中で、(シフト量が+4のものと-4のもの)極端な2本のベクトルと、(シフト量がゼロである)中央の(垂直な)ベクトルの3本だけが第12図に示されている。また第12図から、変換サンプル遅延回路(38)及び(44)は0から24のサンプル遅延を有し、変換サンプル遅延回路(40)及び(42)は0から8までのサンプルの遅延を有する必要がある理由が理解されよう。このように、極端な勾配ベクトル(シフト量+4から-4に対応する)を達成するためには、回路(38)、(40)、(42)及び(44)それぞれはサン

28

プル遅延が0、0、8及び24に設定されねばならない。一方、他方の極端な勾配ベクトルを形成するためには回路(38)、(40)、(42)及び(44)それぞれはサンプル遅延が24、8、0、0に設定されねばならない。9つの勾配ベクトル間で切り替えを行うためには、回路(40)及び(42)は1サンプル遅延分だけインクリメント(漸増)させねばならず、回路(38)及び(44)が切り替えられるためには3サンプル遅延分だけインクリメントされねばならない。

サンプル遅延回路(38)、(40)、(42)及び(44)は、フィルタ(28)を通じて選択器(26)によって適用された勾配ベクトルの選択に従って9つの異なった勾配ベクトルの間で切り替えを行う。(サンプル遅延回路(38)、(40)、(42)及び(44)の切り替え手段及びその構成は明かなので示さない。)このようにして、バス(48)にはフィルタ(46)の出力が発生する。すなわちバス(20)、(22)にある走査線信号の間に補間されるべき走査線の

29

30

サンプルの連なりであって、このおのこのサンプルの連なりは、シフト検出器（ブロックマッチング回路）SD（-4）からSD（+4）及び選択器（26）によって作られ、選択された勾配ベクトルによって決定された適当な方向に沿って空間的に補間されたものである。

バス（12）、（20）、（22）及び（24）上の走査線信号はスーパーサンプルされたものであるため、補間用の走査線信号がバス（48）に生成される。従って、バス（48）はサブサンプラ（50）に接続され、上述のごとく水平に補間され（サブピクセルの間隔で）たサンプルを除去し、入力デジタルビデオ信号のサンプルの水平位置に対応するサンプルだけを残すという処置によって、補間用の走査線信号出力のデータレートを入力信号のデータレートに変換する。

サブサンプラ（50）からのサブサンプルされた出力は、バス（52）を介してレイシヨ素子（54）、レイシヨ素子（56）及び合算回路（58）によって構成されるミキサに入力される。

3 1

プルバス（68）に供給される。

上述のミキサは、上述のことから理解されるようにスイッチによって代替されてもよい。しかしながら、目に見える切り替え時の雑音（artifacts）の発生可能性を抑制するためにもミキサを用いることが好ましい。ミキサは空間上の垂直信号間でのゆるやかなクロスフェーディング

（cross-fading）の可能性を提供し、いくつかのサンプルにわたってMの値が1から0（またはその逆）にゆるやかに変化させながら水平予測器（66）の操作を達成する。同様にミキサを用いることによって、例えばMの値を0と1の間に制御することにより2つの信号の混合比を、例えばサブサンプラ（50）によって出力される空間補間サンプルの予測値と実際の値との間の関係の関数として変化させることができる。

バス（68）上に生成される補間走査線信号は、（図示しない手段によって）補間用走査線となつて補間され、順次走査フィールドを生成する。

水平予測器（66）の可能な実施形態は、第1

入力デジタルビデオ信号を載せたバス（10）は、等価遅延回路（60）、垂直補間器（フィルタ）及びバス（64）を介してミキサのもう1つの入力と接続されている。水平予測器（66）は、バス（52）上の信号をモニタし、レイシヨ信号M（1よりは大きい）をレイシヨ素子（54）に、またレイシヨ信号（1-M）をレイシヨ素子（56）に印加することによって、バス（52）上の空間的に補間された可変信号とバス（64）上の垂直に補間された信号とを混合する制御を行う。水平予測器（66）は、第11図を用いて上述したように作動する。このように、もしサブサンプラ（50）から発生した空間補間サンプルが予測範囲Rの中に収まれば、Mは1に設定され、ミキサの出力と接続されているバス（68）、より正確にいうと合算回路（58）の出力上にサンプルが現れる。しかしながら、もしサブサンプラ（50）から発生した空間補間サンプルが予測範囲Rの中に収まらないなら、Mは0に設定され、垂直補間器（62）から発生する垂直補間用サン

3 2

3図に示す。4つのサンプル遅延回路（70）、（72）、（74）及び（76）は直列に接続されており、サンプル（X+2）、（X+1）、X、（X-1）、（X-2）は、それが図示されているところで入手可能である。Xの（実際の）値は、プログラム可能な読みだし専用メモリ（PROM）（78）の入力に導かれている。これは、Xの実際値と予測値との間の関係に応じてM（及び（M-1））の値を生成するようにプログラムしておく。かけ算器（80）、（82）、（84）及び（86）並びに合算素子（88）、（90）及び（92）は、図示のごとくXに関する予測値を生成するべく接続され、これをPROM（78）に供給する。重み付けの係数は、予測値が（（X-1）-（X-2）/2）+（（X+1）-（X+2）/2）と等しくなるように（図示の）かけ算器に印加される。

すでに約束したように、シフト検出器（ブロックマッチング回路）SD（-4）～SD（+4）をより詳しく説明する。第14図はシフト検出器

(14) のいずれか1つのブロック図であり、SD(n) によって規定されている。このシフト検出器SD(n) は3つの類似した部分によって構成されている。3つのうちの上の部分はバス(12) と(20) との間に接続され、バス(12) と接続されている(+)入力とPサンプル遅延回路(102) を介してバス(20) と接続されている(-)入力とを有する合算素子(100) を具えている。(実際以下に説明するように、シフト検出器のいくつかに関して遅延回路(102) は、合算回路(100) の(+)入力とバス(12) との間に接続する。) シフト量が0でないシフトはシフト量0の位置からの両方のブロック(反対方向のという意味での)のシフトを含むため、Pの値はシフト量の2倍でなければならない。言い替えれば、シフト量 = $P/2$ である。

合算回路(100) の出力は9タップフィルタ(104) と接続されている。既に知られている方法により、フィルタ(104) は必要とされる

3 5

に示すごとく選択器(26) の入力にそれぞれ接続されている。

かけ算器(106)、(106')、(106'') には、それぞれ異なった重み付け係数W0、W1、W2が供給される。この構成は、その結果に対して絶対値の差異を計算する3本の走査線それぞれの作用を変更することを可能にする。そのような変更の必要がないときは、かけ算器(106)、(106')、(106'') は省略されてもよく、フィルタ(104)、(104') 及び(104'') の出力は合算素子(108) と直接接続してもよい。

整合されるべき2つのブロックのピクセル間での絶対値差異は合算素子(100)、(100')、(100'') によって計算する。(大きさ出力を生成する段階ではPROM (図示せず) を含むことが好ましい。) 分析されている各シフト(すなわち各勾配ベクトル) は、合算素子(100)、(100')、(100'') の(-) (または(+)) 入力の前に挿入されているPサンプル遅

9つのタップを提供する8つのサンプル遅延回路(図示せず) により構成される。9つのタップは、それぞれ重み付け係数が供給されている各かけ算器(図示せず) に供給する。かけ算器の出力はフィルタの出力を生成すべく合算され、重み付け係数W0が供給されているかけ算器(106) を通過する。

シフト検出器SD(n) の残りの2つの部分は、上述の上部の構成と実質的には同一の構成を有し、再度の説明を要しない。バス(20) 及び(22) の間に接続されている構成要素は、ダッシュ(') を付加して上部の参照記号と同一のものによって指し示されている。またバス(22) 及び(24) の間に接続されている構成要素は、2重のダッシュ('') を付加して上部の参照記号と同一のものによって指し示されている。

かけ算器(106)、(106') 及び(106'') は合算素子(108) の各入力に接続されている。またこの合算素子の出力はシフト検出器SD(n) の出力ともなっており、第1図

3 6

遅延回路(102)、(102')、(102'') に対して異なった値を必要としている。(シフト検出器SD(n) の各々においては、3つの回路(102)、(102')、(102'') のそれぞれにおいてPの値は同一となる。) 異なったシフト検出器SD(n) に対する値は、以下の表のごとく設定される。

表

SD(n)	シフト	遅延(P) (=P/2)	遅延の有無	
			(-) 入力	(+) 出力
SD(-4)	-4	8	X	
SD(-3)	-3	6	X	
SD(-2)	-2	4	X	
SD(-1)	-1	2	X	
SD(0)	0	0	(*)
SD(+1)	+1	2		X
SD(+2)	+2	4		X
SD(+3)	+3	6		X
SD(+4)	+4	8		X

((*) では、いずれの入力にも遅延がない。)

9タップフィルタ(104)、(104')、(104'') のおのおのは、関連する合算素子(100)、(100')、(100'') からのピクセル値の差異を合算し、以下に説明するよう

3 7

3 8

に適当な重み付けを行う。合算素子(108)における合算の後、特定のシフト検出器SD(n)と関連した特定のシフトに対して採用された4つのブロック寸法($N \times M = 3 \times 3, 3 \times 5, 3 \times 7, 3 \times 9$)のうちの1つ以上に対して、8ビットの数が実質上絶対値差異(NAD)に標準化される。

シフト検出器SD(n)によって実行されるブロックマッチング操作は、第15図を研究することによって一層よく理解される。この図においては、4本の走査線中に17個の点(0から16の番号が付けてある)があり、これらがそれぞれバス(12)、(20)、(22)、(24)にある走査線信号のピクセルの位置(ただしこの場合値ではない)を表している。破線は補間されるべき走査線を表し、Xは補間されるべきサンプルの位置を表している。シフト量が+4でブロック寸法が 3×9 のときの整合させるべき2つのブロックを枠で囲って示してある。仮にバス(12)及び(20)に対応する走査線をAとBで示すとす

ると、この場合シフト検出器SD(-4)の上部は次の9つの絶対値差異 $|A_8 - B_0|$ 、 $|A_9 - B_1|$ 、 $|A_{10} - B_2|$ 、 $|A_{11} - B_3|$ 、 $|A_{12} - B_4|$ 、 $|A_{13} - B_5|$ 、 $|A_{14} - B_6|$ 、 $|A_{15} - B_7|$ 、及び $|A_{16} - B_8|$ を算出する。これらの差異を合算し、ブロック寸法に応じて標準化し、この合計値を27($= 3 \times 9$)で割る。(中間部と下部のシフト検出器SD(-4)は、バス(20)、(22)の上の走査線信号に対して、また(22)、(24)の上の走査線信号に対して計算を実行する。)シフトとブロック寸法に関連した上述の規則($-M/2 \leq (\text{シフト量}) \leq +M/2$)に鑑み、最大シフト(+4)の場合 3×9 の寸法のブロック(及びこれより小さくないブロック)のみが整合する。しかしながら、シフト量が小さいときは異なった寸法のブロックも整合する。ブロックの各寸法に対して第14図に示す回路の操作を繰り返す必要があるように思われる。しかしながら、実際にはこれは必要ではない。なぜならブロックの垂直寸

39

法に対応するブロックの走査線の数Nは、すべてのブロック寸法に対して同一(3本)であるため、9タップフィルタ(104)、(104')、(104'')のタップのサブセット(7、5または3)を採用することによって、より小さなブロックにアクセスすることが可能である。すなわち異なった寸法のすべてのブロックは、9タップフィルタ(104)、(104')、(104'')のタップの適当な重み付けにより、同じ回路によって整合しうる(またNADの平均値も計算される)。

より詳しくいうと、各異なったシフト検出器SD(n)に対して形成されねばならない絶対値差異は、概念としてはこれから示す方程式によって規定される。これらの方程式では、シフト量0とシフト量1に関する式の4つの項は、それぞれ4つのブロック寸法($3 \times 3, 3 \times 5, 3 \times 7, 3 \times 9$)すべてにわたる整合を表す項であり、シフト量2に関する式の3つの項は、それぞれブロック寸法 $3 \times 5, 3 \times 7, 3 \times 9$ のものにわたる整

40

合を表す項であり、シフト量3に関する式の2つの項は、それぞれブロック寸法 $3 \times 7, 3 \times 9$ のものにわたる整合を表す項であり、シフト量4に関する単一の項は、 3×9 のブロック寸法の整合を表す項となっている。各項が関係するブロック寸法は、項の頭に付いている分数によって明かである。なぜなら $1/9, 1/15, 1/21, 1/27$ を掛けることは、 $3 \times 3 (=9)$ 、 $3 \times 5 (=15)$ 、 $3 \times 7 (=21)$ 、 $3 \times 9 (=27)$ の寸法の各ブロックに対して以下に示す絶対値差異の標準化をすることを意味しているからである。シフト量0($P=0$):

$$\begin{aligned} & 1/9 (|A_7 - B_7| + |A_8 - B_8| + |A_9 - B_9|) + 1/15 (|A_6 - B_6| + |A_7 - B_7| + |A_8 - B_8| + |A_9 - B_9| + |A_{10} - B_{10}|) \\ & + 1/21 (|A_5 - B_5| + |A_6 - B_6| + |A_7 - B_7| + |A_8 - B_8| + |A_9 - B_9| + |A_{10} - B_{10}| + |A_{11} - B_{11}|) \\ & + 1/27 (|A_4 - B_4| + |A_5 - B_5| + \end{aligned}$$

41

42

$$|A_6 - B_6| + |A_7 - B_7| + |A_8 - B_8| + |A_9 - B_9| + |A_{10} - B_{10}| + |A_{11} - B_{11}| + |A_{12} - B_{12}|$$

シフト量+1 (P=2) :

$$1/9 (|A_8 - B_6| + |A_9 - B_7| + |A_{10} - B_8|) + 1/15 (|A_7 - B_5| + |A_8 - B_6| + |A_9 - B_7| + |A_{10} - B_8| + |A_{11} - B_9|)$$

$$+ 1/21 (|A_6 - B_4| + |A_7 - B_5| + |A_8 - B_6| + |A_9 - B_7| + |A_{10} - B_8| + |A_{11} - B_9| + |A_{12} - B_{10}|)$$

$$+ 1/27 (|A_5 - B_3| + |A_6 - B_4| + |A_7 - B_5| + |A_8 - B_6| + |A_9 - B_7| + |A_{10} - B_8| + |A_{11} - B_9| + |A_{12} - B_{10}| + |A_{13} - B_{11}|)$$

シフト量+2 (P=4) :

$$1/15 (|A_8 - B_4| + |A_9 - B_5| + |A_{10} - B_6| + |A_{11} - B_7| + |A_{12} - B_8|)$$

$$+ 1/21 (|A_7 - B_3| + |A_8 - B_4| +$$

4 3

対値をまとめることによって以下に示すような簡単な方程式に書き換えることができる。

シフト量 0 :

$$0.037 [|A_4 - B_4| + |A_{12} - B_{12}|]$$

$$+ 0.085 [|A_5 - B_5| + |A_{11} - B_{11}|]$$

$$+ 0.1513 [|A_6 - B_6| + |A_{10} - B_{10}|]$$

$$+ 0.2624 [|A_7 - B_7| + |A_8 - B_8| + |A_9 - B_9|]$$

シフト量+1 :

$$0.037 [|A_5 - B_3| + |A_{13} - B_{11}|]$$

$$+ 0.085 [|A_6 - B_4| + |A_{12} - B_{10}|]$$

$$+ 0.1513 [|A_7 - B_5| + |A_{11} - B_9|]$$

$$+ 0.2624 [|A_8 - B_6| + |A_9 - B_7| + |A_{10} - B_8|]$$

シフト量+2 :

$$0.037 [|A_6 - B_2| + |A_{14} - B_{10}|]$$

4 5

$$|A_9 - B_5| + |A_{10} - B_6| + |A_{11} - B_7| + |A_{12} - B_8| + |A_{13} - B_9| + 1/27 (|A_6 - B_2| + |A_7 - B_3| + |A_8 - B_4| + |A_9 - B_5| + |A_{10} - B_6| + |A_{11} - B_7| + |A_{12} - B_8| + |A_{13} - B_9| + |A_{14} - B_{10}|)$$

シフト量+3 (P=6) :

$$1/21 (|A_8 - B_2| + |A_9 - B_3| + |A_{10} - B_4| + |A_{11} - B_5| + |A_{12} - B_6| + |A_{13} - B_7| + |A_{14} - B_8|)$$

$$+ 1/27 (|A_7 - B_1| + |A_8 - B_2| + |A_9 - B_3| + |A_{10} - B_4| + |A_{11} - B_5| + |A_{12} - B_6| + |A_{13} - B_7| + |A_{14} - B_8| + |A_{15} - B_9|)$$

シフト量+4 (P=8) :

$$1/27 (|A_8 - B_0| + |A_9 - B_1| + |A_{10} - B_2| + |A_{11} - B_3| + |A_{12} - B_4| + |A_{13} - B_5| + |A_{14} - B_6| + |A_{15} - B_7| + |A_{16} - B_8|)$$

上述の方程式は、異なった項に現れる同一の絶

4 4

$$+ 0.085 [|A_7 - B_3| + |A_{13} - B_9|] + 0.1513 [|A_8 - B_4| + |A_9 - B_5| + |A_{10} - B_6| + |A_{11} - B_7| + |A_{12} - B_8|]$$

シフト量+3 :

$$0.037 [|A_7 - B_1| + |A_{15} - B_9|]$$

$$+ 0.085 [|A_8 - B_2| + |A_9 - B_3| + |A_{10} - B_4| + |A_{11} - B_5| + |A_{12} - B_6| + |A_{13} - B_7| + |A_{14} - B_8|]$$

シフト量+4 :

$$0.037 [|A_8 - B_0| + |A_9 - B_1| + |A_{10} - B_2| + |A_{11} - B_3| + |A_{12} - B_4| + |A_{13} - B_5| + |A_{14} - B_6| + |A_{15} - B_7| + |A_{16} - B_8|]$$

上述の方程式は、シフト検出器SD(0)からSD(+4)までのそれぞれの3つの部分のうちの上部に対して導かれたものである。いいかえると、シフト量0から+4までのブロックの上部の走査線に関して絶対値の差異を計算したものである。しかしながら、ブロックの中部と下部の部分

4 6

によって行われる操作は同一であるため、これらの方程式は同様に適用される。(すなわち、これらの部分は上部と同一の構成とすることができる。)さらに、シフト量-1から-4までに關する方程式は+1から+4までに關する方程式とは、Aの項とBの項とで文字が入れ替わる点を除けば同一となる。例えば|A7-B5|は|B7-A5|などとなる。

このように、平均化されたNADは、9タップフィルタ(104)、(104')、(104")のような構成によってシフト検出器SD(n)がつくりだすことができる。上述のような方程式に従って(サンプル遅延回路(102)、(102')、(102")によって生成された)適当な絶対値差異を取り出し合算する。

このようなシフト検出器SD(n)のおおのは、それぞれの異なったブロック寸法に対するそれぞれのシフト量に關して、ちょうど平均化されたNADとなる8ビットの数を生成する。このように、選択器(26)は、9つのシフト量-4か

ら+4までのうちの特定の1つに關する平均化されたNADを表す9つの8ビット数(最大値は255)の供給を受ける。この選択器(26)は、どれが最も小さいものかを特定できるまでこの9つの数を相互比較し、どのシフト量が最良に整合するかを確かめる。次にどのシフト量が最も絶対値差異が小さく、最良のマッチングとなるかに応じて勾配ベクトルに対して-4から+4までの値を割り当てる。

第1図に示す装置が輝度値を扱っていることはすでに述べた。輝度値は当然ながら複合カラー信号から分離される。この場合、色成分に対してはどのように処理するかという問題が起こる。様々な可能性はある。色成分は輝度成分に追随するであろうから、単に無視(すなわち補間を行わない)してもよいかもしれない。この場合、垂直補間のみか、または輝度成分に關しては(上述の装置によって)発生した同様な勾配ベクトルを用いた複数方向の空間補間を前提とすることになる。しかしながら輝度成分と色成分とを個別に扱うこと

47

は可能であり、それぞれは上述の2つの装置のうちの各1つによって扱われる。

複合カラー信号の場合、例えばR/G/BまたはY/U/V成分にデコードされた複合信号の場合、上述の3つの装置のうちの各1つにおいて各成分を扱うことは可能である。

局部的な画像の動きを感知し、動きのない画像部分には時間的フィルタを用いることは可能であろうことはすでに述べた。このことを達成するための第1図に示す装置の変形を第16図に示す。

第1図の空間補間装置に印加されるバス(10)上のデジタルビデオ信号を、(すくなくとも1個のフィールドストアを具える)時間フィルタ(110)にも供給するとともに局部運動検出器(112)にも供給する。空間補間装置の出力から延びるバスは、スイッチまたはミキサ(例えば第1図における要素(54)、(56)、(58)によって同様に構成される)であってもよい装置(114)の入力に接続する。時間フィルタ(110)から延びる出力バス(116)は装置

48

(114)のもう1つの入力に接続されている。混合されあるいは切り替えられた出力はバス

(118)に生成される。バス(118)上の信号は、画像の一部または全体にわたってそれぞれの比率で2つの信号を混合することが可能であるとしても、上述したごとく、画像の動きのある部分に対しては実質的に全体的な空間補間信号となり、画像の動きのない部分に対しては実質的に全体的な時間補間(フィルタされた)信号となることができよう。

上述の装置は様々な方法によって変形されうる。例えば、上述の構成ではサブサンプリングは空間補間の後に行われているが、これは複数の走査線に対応するスーパーサンプルされた信号が走査線遅延回路から入手可能であるためそうすることが便利であるからであり、本質的原理によるものではない。サブサンプリングは、原理的には空間補間に先だって行ってもかまわない。

さらに、空間補間を実行するのに4タップフィルタを用いているが、2タップフィルタを用いる

49

50

ことも可能である。しかしながら補間の精度を高めるためにできるだけ多くのタップを用いることが望ましい。

上述の構成では、9つの勾配ベクトルの方向に関して検証を行っているが、より少ない、あるいは多い方向について行ってもよい。一般的にいて、設計と費用の制約条件を前提として、方向の数を増やすとより低い傾斜エッジの検出が可能になるので、方向の数を増やすほどよい。

また、元のデジタルビデオ信号のサンプルのとなりあう対間には、1個を超える中間（補間）サンプルを作り出すようにスーパーサンプルを拡張することも可能である。こうすることによって走査線間のサブピクセルシフトの精度が高まる。

〔発明の効果〕

本発明によれば、ビデオ信号のサンプル間に水平補間を行い、元のサンプルとこの元のサンプルのとなりあう対間に挿入された少なくとも1個の補間サンプルとを具えたスーパーサンプル信号を

生成する水平補間の操作を行い、次にこのスーパーサンプル信号の各サンプルに対して、（ N を走査線の本数、 M をサンプルの数として） $N \times M$ を寸法とするスーパーサンプル信号のサンプルによるブロックを2個設定し、このブロック間でのマッチングの程度を決定している。この2つのブロックは、補間されるべき走査線を中心として垂直に相互に反対方向にオフセットされる。また、補間を行いたい所定のサンプル位置を中心に水平に相互に反対方向にもオフセットされる。上述の決定のためのステップは、ゼロを中心に各方向に少なくともサンプル1個分行うオフセットとゼロオフセットとを含む複数の異なるオフセットも行い、スーパーサンプル信号の各サンプルに対して、各水平オフセットのマッチングの程度の値を決定している。次に異なる水平オフセットのおのののに対応する複数の勾配ベクトルから、補間されるべき走査線の各サンプルに対して、2個のブロック間のマッチングの程度の最大値を生成する水平オフセットに対応した勾配ベクトルを選択している。

5 1

そして、発生させるサンプルに対応した上述のサンプル位置に対して選択された勾配ベクトルに従って、発生させる各サンプルに関して空間補間の方向を制御して、ビデオ信号の異なった走査線間に補間走査線のサンプルを発生させることによって補間を行っている。

本発明のビデオ信号補間方法は上述のようであるから、補間のための走査線信号の生成に於ける誤差の発生が抑えられるのみならず、特に画像中の動きのある部分での補間において、解像度の低下が抑えられる。

図面の簡単な説明

第1図は本発明の方法を採用した空間補間装置のブロック図、第2図から第4図までは空間補間を一般的に説明した図、第5図は空間補間の様々な方向に用いられる勾配ベクトルの概念を説明した図、第6図及び第7図は勾配ベクトルを選択するための本発明の空間補間の方法を用いたブロックマッチングの概念を説明した図、第8図から第

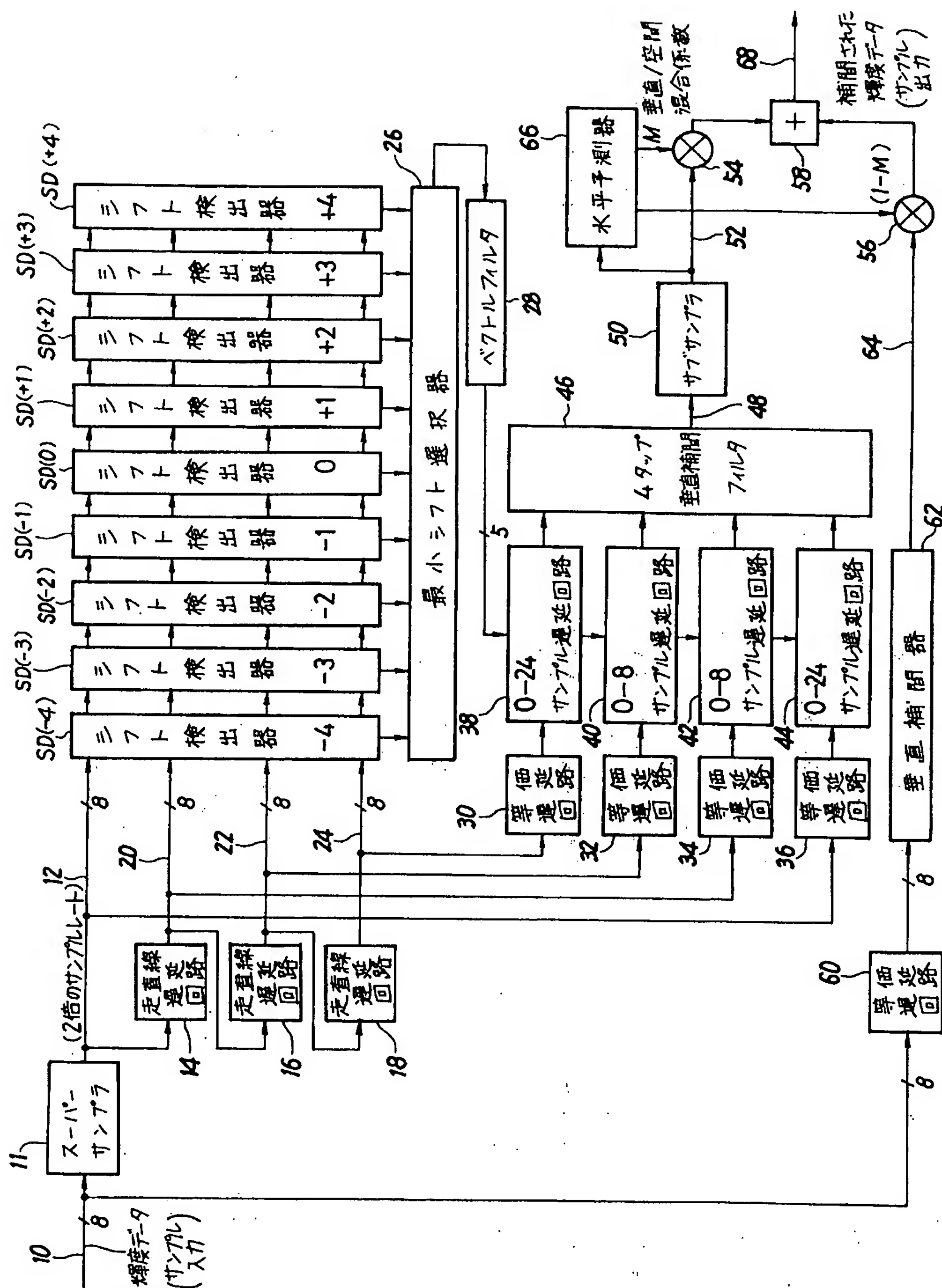
5 2

10図は本発明の方法で用いられているスーパーサンプルの技術を説明した図、第11図は本発明の方法で用いている水平補間サンプルの予測手順を説明するための図、第12図は第1図の装置の一部の動作を説明するための図、第13図は第1図に示す装置の一部をなす水平予測器のブロック図、第14図は第1図に示す装置の一部をなすシフト検出器（ブロックマッチング回路）のブロック図、第15図はシフト検出器の動作を説明するための図、第16図は第1図に示す装置の変形を示したブロック図である。

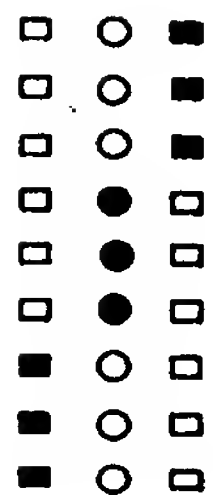
代 理 人 松 隈 秀 盛

5 3

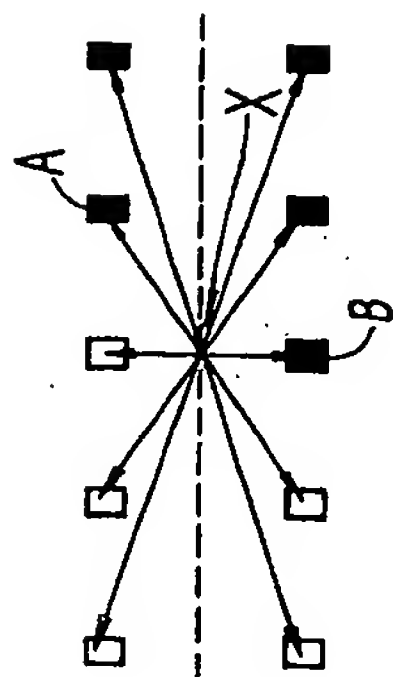
5 4



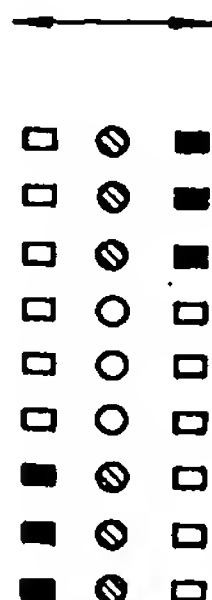
一城



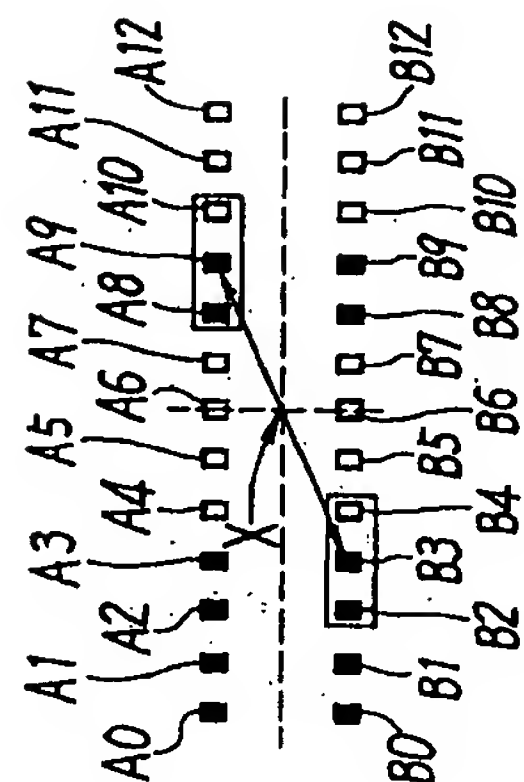
第 2 図



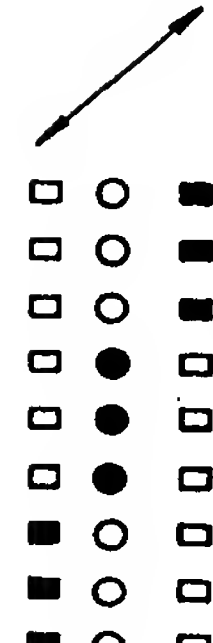
第 5 図



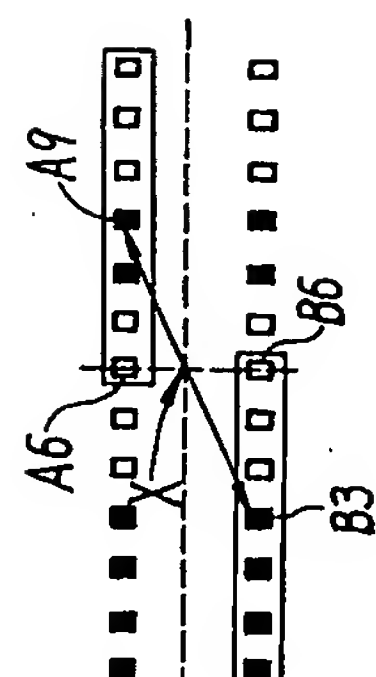
第 3 図



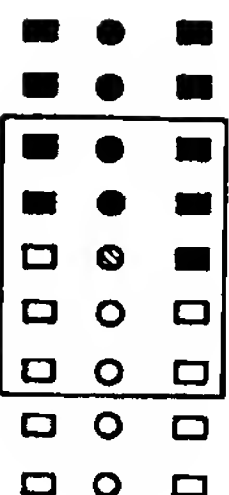
第 6 図



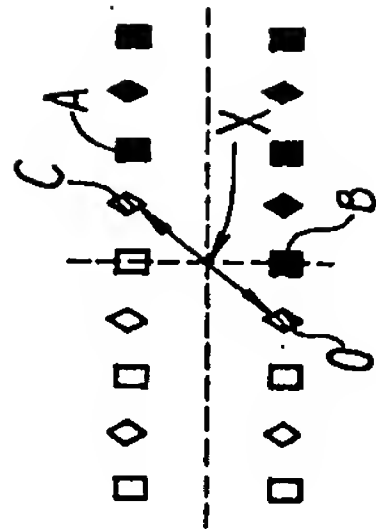
第 4 図



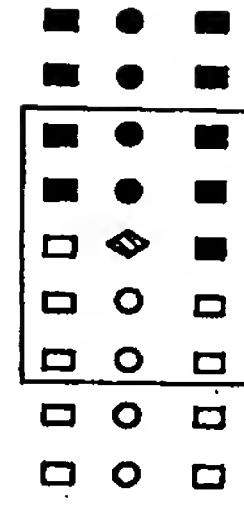
第 7 図



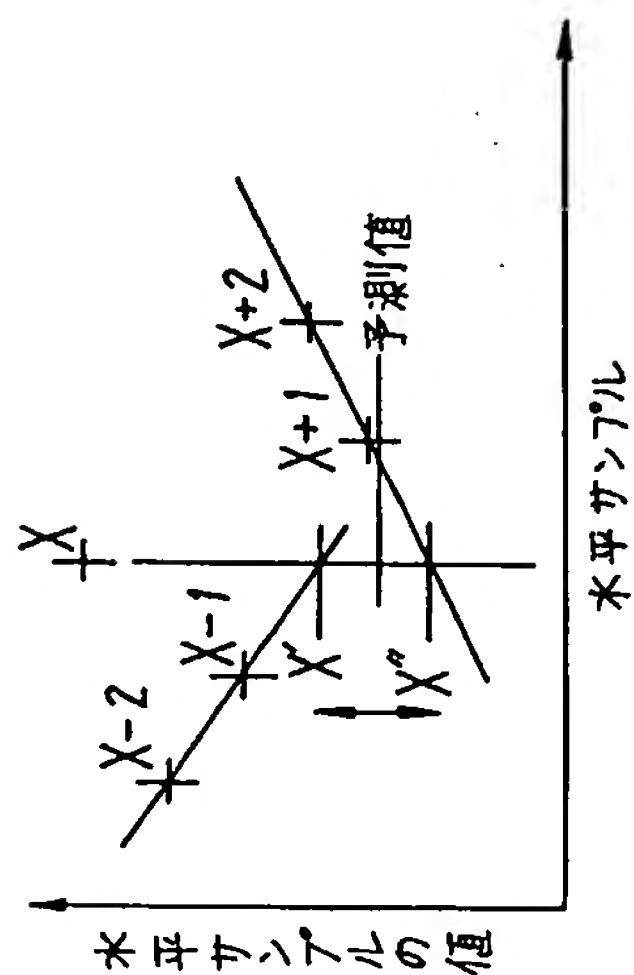
第 8 図



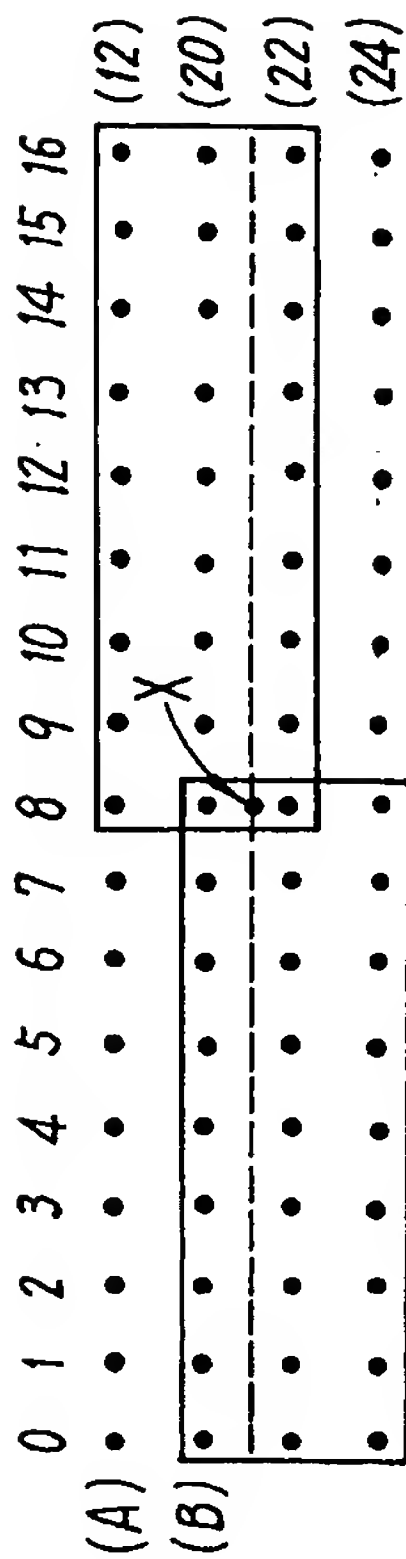
第 9 図



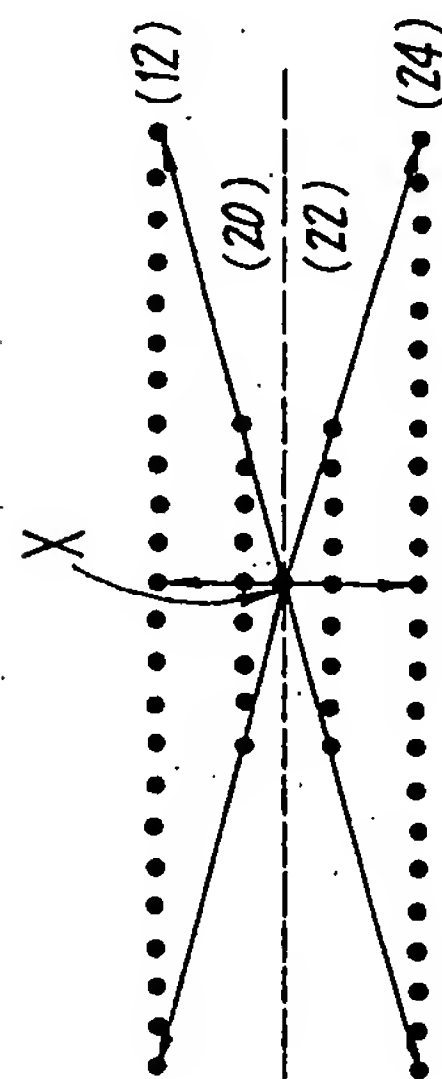
第 10 図



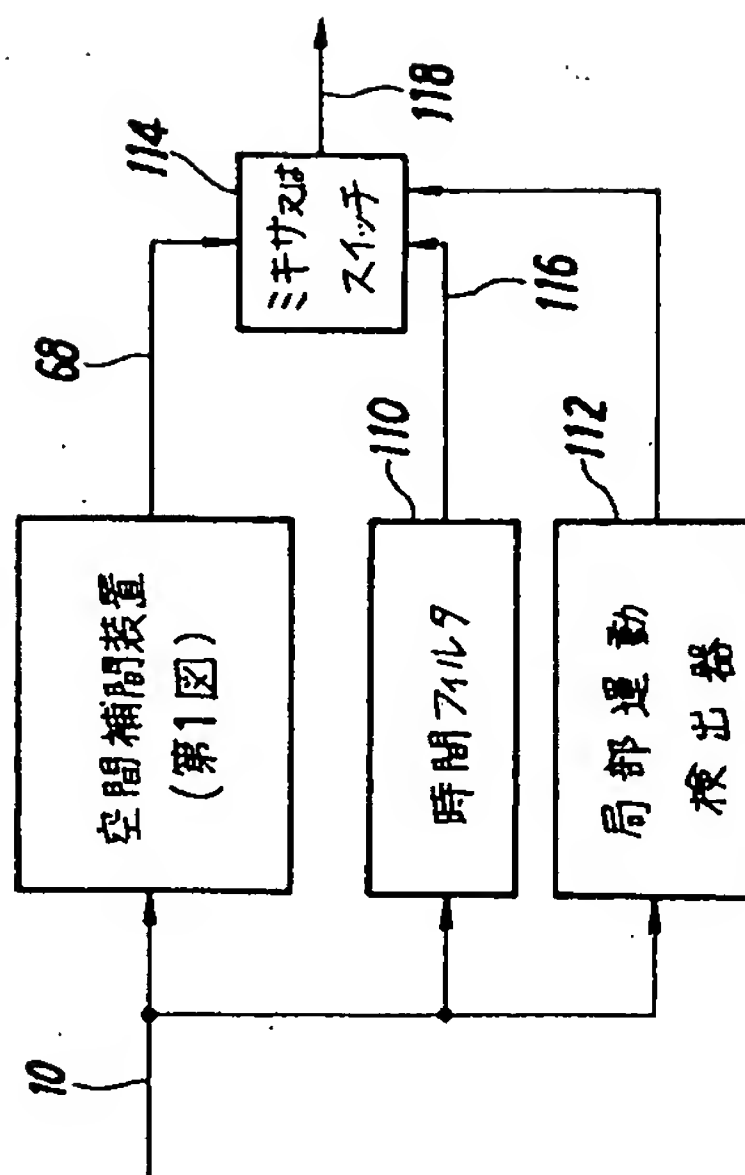
第11図



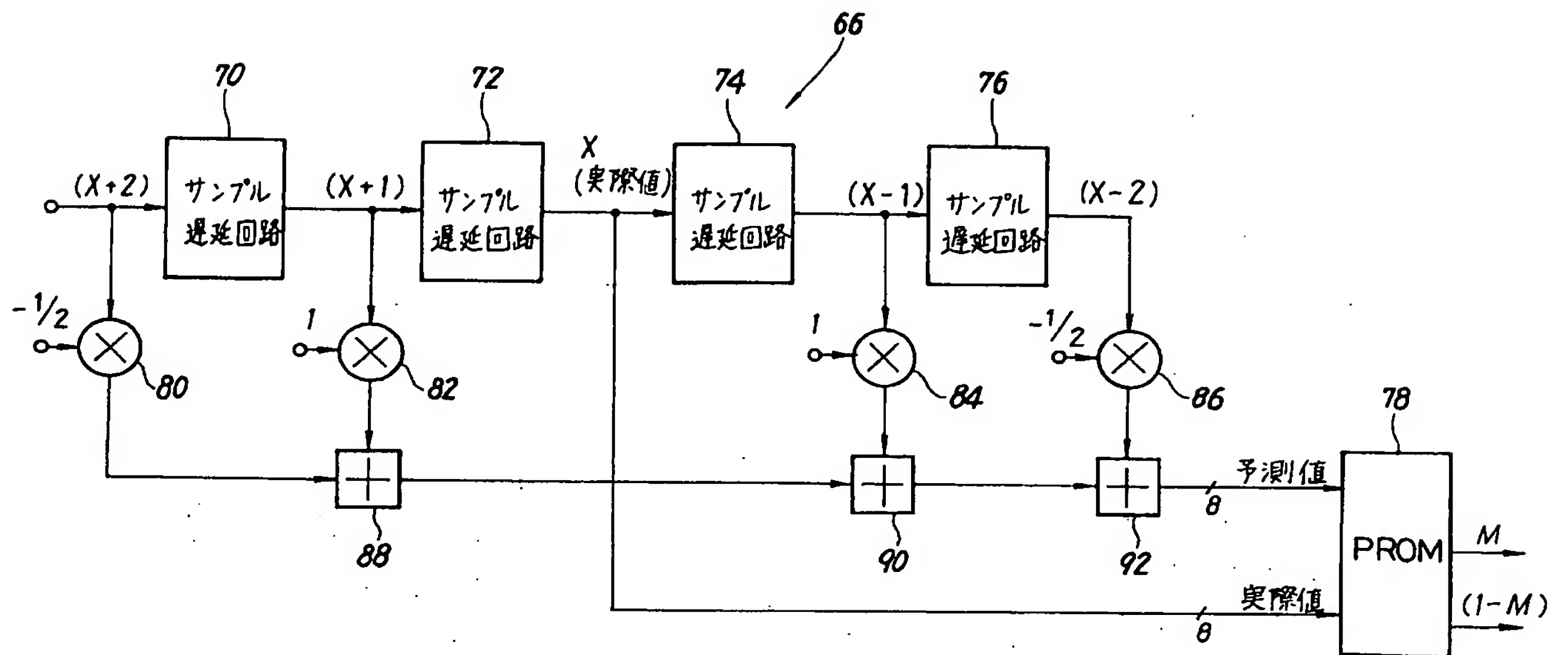
第15図



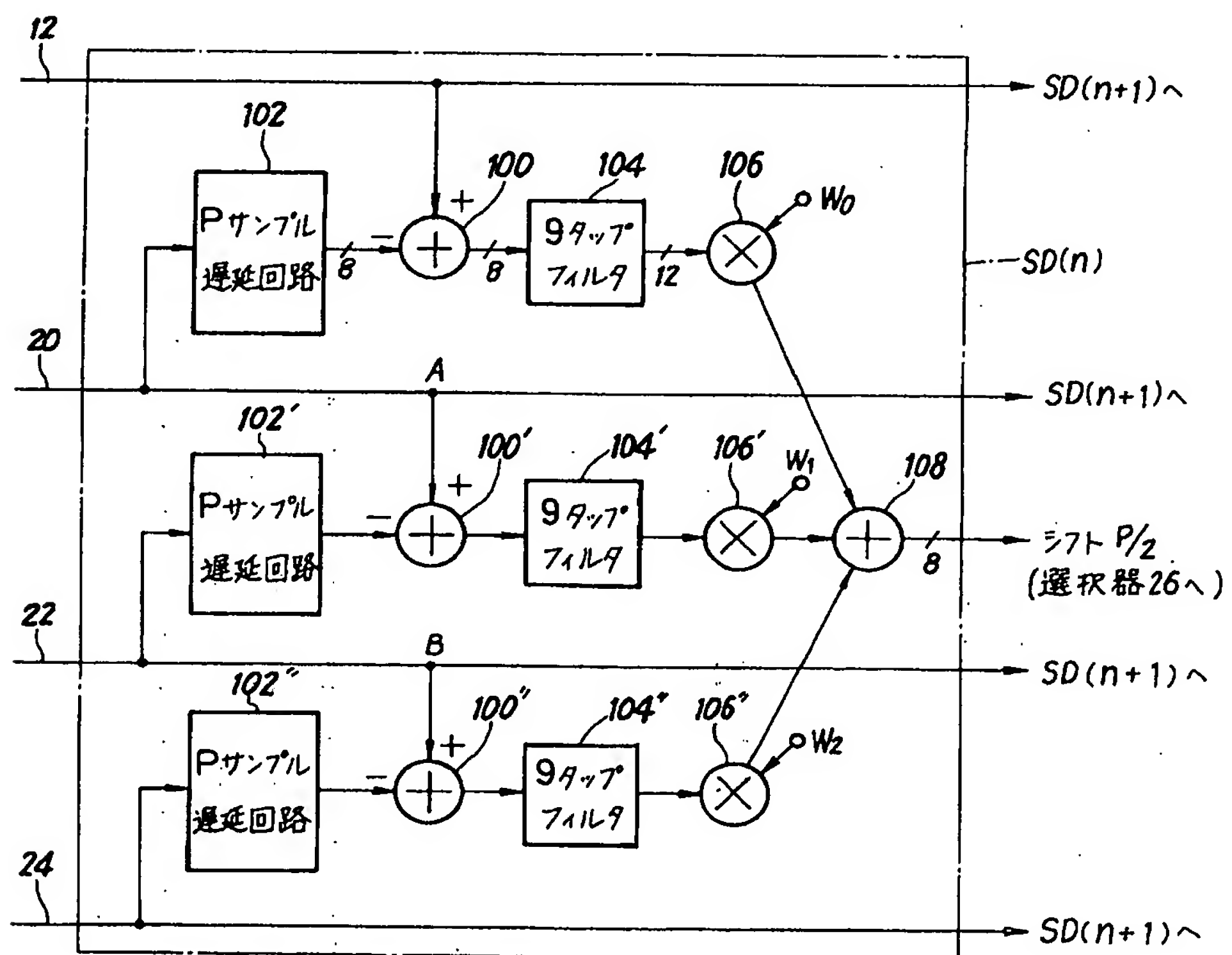
第12図



第16図



第13図



第14図